

## الفصل الرابع : المناعة في الكائنات الحية

### المخاطر التي تواجه الكائنات الحية:

أ- مصادر حيوية : تشمل بعض - : الحشرات - الفيروسات - البكتريا - الأوليات الحيوانية - الفطريات

ب- مصادر غير حيوية : تشمل - : الحوادث - الكوارث الطبيعية - اختلال عناصر البيئة المحيطة

أليات دفاع الكائنات الحية عن نفسها:

1- تغيير اللون ( للتمويه ) 2- افراز السموم ( لقتل الكائن المهاجم ) 3- الجري ( للهروب )

الجهاز المناعي : مجموعة من الطرق الدفاعية المتقنة التي يواجه بها الكائن الحي أساليب العدو المختلفة

المناعة :- قدرة الجسم على مقاومة الإصابة بالأمراض

أو - مقدرة الجسم من خلال جهاز المناعة على مقاومة مسببات المرض عن طريق : منع دخول مسببات المرض إلى الجسم

أنظمة الجهاز المناعي : يعمل الجهاز المناعي وفق نظامين هما:-

1- المناعة الفطرية أو الطبيعية : مناعة موروثية - غير متخصصة

2- المناعة المكتسبة : مناعة تكييفية - متخصصة

### المناعة في النبات

#### اسباب مرض وموت النباتات:

| أسباب المرض والموت  | امثلة   | الأضرار  |
|---------------------|---|--|
| الأعداء الخطرة      | حيوانات الرعي - الحشرات - الفطريات - البكتريا - الفيروسات   | تسبب أضرارا بالغة قد تؤدي إلى موت النبات أو تسبب أمراضا خطيرة للنبات |
| الظروف غير الملائمة | الحرارة العالية - البرودة الزائدة - نقص أو زيادة الماء - نقص العناصر الغذائية - التربة غير الملائمة | تسبب أضرارا يمكن تلافيها أو علاجها مع زوال السبب                     |
| المواد السامة       | الدخان - الأبخرة السامة - المبيدات الحشرية - الصرف الصحي غير المعالج - مخلفات المصانع               | تسبب أضرارا يمكن تلافيها أو علاجها مع زوال السبب وقد تسبب موت النبات |

**\* طرق المناعة في النبات :** تحمي النباتات نفسها من الكائنات المسببة للمرض من خلال طريقتين هما:

أ- المناعة التركيبية (خط الدفاع الأول) : تراكيب يمتلكها النبات

ب- المناعة البيوكيميائية (خط الدفاع الثاني) : إفراز مواد كيميائية

### **وسائل لحماية النبات من الإصابة بالأمراض:**

- استخدم واستحدث الانسان طرق ووسائل لحماية النباتات من الأمراض مثل:-

1- استعمال مبيدات الأعشاب الضارة

2- مقاومة الحشرات بطرق مختلفة

3- حث النباتات على مقاومة الأمراض (المناعة المكتسبة)

4- انتاج سلالات نباتية مقاومة للأمراض والحشرات من خلال التربية النباتية

5- استخدام الهندسة الوراثية

- تنتقل مركبات تنشيط الحماية والمقاومة في النبات من خلية إلى أخرى من خلال جهاز النقل في النبات (الخشب واللحاء)

### **أولا : المناعة التركيبية (خط الدفاع الأول):**

- عبارة عن حواجز طبيعية تمنع دخول المسببات المرضية إلى النبات وتشمل نوعين هما:

أ- وسائل مناعية تركيبية موجودة أصلا في النبات : تشمل:-

#### **1- الأدمة الخارجية لسطح النبات:-**

- تمثل حائط الصد الأول في حماية النبات وقد تغطي بالأتى:

- طبقة شمعية : تمنع استقرار الماء على بشرة النبات وبالتالي لاتتوافر البيئة الصالحة لنمو الفطريات وتكاثر البكتيريا

- الشعيرات : تمنع تجمع الماء على بشرة النبات وبذلك تقل فرص الإصابة بالمرض

- الأشواك : تمنع حيوانات الرعي ان تتغذى عليها

## • 2- الجدار الخلوي :- يمثل الواقي الخارجي للخلايا وخاصة طبقة البشرة الخارجية بسبب وجود:

- السليلوز : يدخل في تركيب الجدار الخلوي بشكل أساسي

- اللجنين : يدخل في تغلظ الجدار الخلوي مما يجعله صلبا يصعب على الكائنات الممرضة اختراقه

### ب - وسائل مناعية تركيبية تتكون كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة : تشمل :-

#### 1- تكوين الفلين:

- يتكون الفلين لكي يعزل المناطق التي تعرضت للقطع أو التمزق

لمنع دخول الكائنات الممرضة للنبات

- من أسباب التمزق :- نمو النبات في السمك - جمع الثمار - سقوط

الأوراق في الخريف - تعدى الانسان والحيوان

#### 2- تكوين التيلوزات:

- نموات زائدة تنشأ من تمدد الخلايا البارنشيمية المجاورة لقصبينات الخشب وتمتد داخلها من خلال النقر

- السبب : تتكون نتيجة تعرض الجهاز الوعائي للنبات للقطع أو للغزو من الكائنات الممرضة

- تعيق التيلوزات حركة الكائنات الممرضة إلى الأجزاء الأخرى من النبات

#### 3- ترسيب الصمغ:

- تفرز النباتات المصابة بالجروح أو القطوع مادة الصمغ حول مواضع الإصابة لكي تمنع دخول الميكروبات داخل النبات

#### 4- تراكيب مناعية خلوية:

- تحدث تغيرات شكلية في بعض التراكيب الخلوية نتيجة غزو الكائنات الممرضة للنبات

- أمثلة - : انتفاخ جدر خلايا البشرة وتحت البشرة أثناء اختراق الكائن الممرض مما يثبط اختراقه للخلايا

- احاطة خيوط الغزل الفطري المهاجم للنبات بغلاف عازل يمنع انتقاله من خلية إلى أخرى

#### 5- التخلص من النسيج المصاب (الحساسية المفرطة):

- يقتل النبات بعض أنسجته المصابة ليمنع انتشار الكائن الممرض منها إلى الأنسجة السليمة وبذلك يتخلص

النبات من الكائن الممرض بموت النسيج المصاب

## ثانيا : المناعة البيوكيميائية (خط الدفاع الثاني : ) تتضمن الآليات المناعية التالية:

### 1- \*المستقبلات التي تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات:

-توجد في النباتات السليمة ويزيد تركيزها في النباتات المصابة

-أهميتها : تحفز وسائل جهاز المناعة الموروثة في النباتات

### 2- \* مواد كيميائية مضادة للكائنات الدقيقة:

تفرز بعض النباتات مركبات كيميائية لمقاومة الكائنات الممرضة منها:

-مركبات موجوده أصلا في النبات قبل حدوث الإصابة

-مركبات تتكون في النبات بسبب الإصابة

من هذه المركبات الكيميائية:

#### (أ) الفينولات والجلوكوزيدات:

-مركبات كيميائية سامة تقتل الكائنات الممرضة أو تثبط نموها مثل البكتيريا

-بعضها لا يوجد في النباتات السليمة ولكنها تتكون عند مهاجمة الكائنات الممرضة للنبات

#### (ب) أحماض أمينية غير البروتينية

-موجوده أصلا في النبات قبل حدوث الإصابة

-لا تدخل في بناء البروتين في النبات

-تدخل في تركيب بعض المواد الواقية للنبات مثل 1- : الكانافين 2- السيفالوسبورين

### 3- \*بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة:

-يقوم النبات بإنتاج هذه البروتينات عند الإصابة بالكائنات الممرضة

-تتفاعل هذه البروتينات مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتحولها الى مركبات غير سامة

-انزيمات نزع السمية : مواد بروتينية يفرزها النبات لكي تتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة

وتبطل سميتها

### 4- \* تعزيز دفاعات النبات بعد الإصابة:

-تقوم بعض النباتات بتقوية مناعتها بعد الإصابة حتى تحمي نفسها من أي إصابة جديدة

## المناعة في الإنسان

**الجهاز المناعي في الإنسان :-** جهاز متناثر الأجزاء لا ترتبط أجزائه ببعضها بصورة تشريحية ولكنها ترتبط

معا بصورة وظيفية حيث يعمل جهاز المناعة كوحدة وظيفية واحدة

يطلق على أعضاء الجهاز المناعي الأعضاء الليمفاوية لأنها

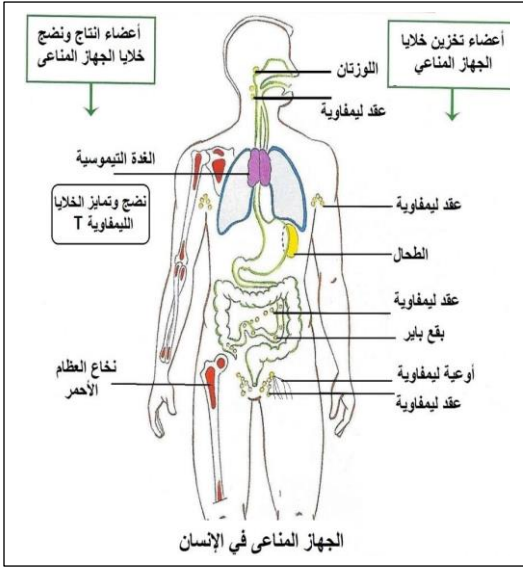
موطن الخلايا الليمفاوية وهي المكونات الرئيسية للجهاز الليمفاوي

### مكونات الجهاز المناعي:

- 1- الأعضاء الليمفاوية 2 -الخلايا الليمفاوية
- 3-خلايا الدم البيضاء الأخرى-4 الخلايا البلعمية الكبيرة
- 5-المواد الكيميائية المساعدة 6 الأجسام المضادة

#### • أولاً : الأعضاء الليمفاوية:

- 1- نخاع العظام
- 2- الغدة التيموسية
- 3- الطحال 4- اللوزتان
- 5- بقع باير 6- العقد الليمفاوية



| الأعضاء الليمفاوية | المكان  | وظيفة  |
|--------------------|---|--|
| نخاع العظام        | -نسيج يوجد داخل العظام المسطحة<br>مثل : الترقوة - القص - الجمجمة-<br>العمود الفقري-الضلوع- الكتف-<br>الحوض - رؤوس العظام الطويلة<br>(الفخذ- الساق- العضد) | غدتان ليمفاويتان متخصصتان<br>-تقعان على جانبي الجزء الخلفي<br>من الفم  |
| الغدة التيموسية    | تقع على القصبة الهوائية أعلى<br>القلب وخلف عظمة القص  | -تفرز هرمون التيموسين<br>-يحفز التيموسين نضج الخلايا<br>الليمفاوية الجذعية<br>وتمايزها إلى أنواعها T إلى الخلايا<br>التائية<br>المختلفة داخل الغدة التيموسية |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>اللوزتان</p> <p>غدتان ليمفاويتان متخصصتان</p> <p>-تقعان على جانبي الجزء الخلفي من الفم</p> <p>-تلتقط الميكروبات والأجسام الغريبة التي تدخل مع الطعام أو الهواء وتمنع دخولها إلى الجسم</p> <p>وبذلك تعمل على حماية الجسم</p>  |  |  |
| <p>الطحال</p> <p>-عضو ليمفاوى صغير في حجم قبضة اليد - لونه أحمر قاتم</p> <p>-يقع في الجانب العلوى الأيسر من تجويف البطن</p> <p>يحتوى على نوعين من خلايا الدم البيضاء:</p> <p>1-الخلايا البلعمية الكبيرة (متخصصة : ) تقوم بإلتقاط الاجسام الغريبة ( ميكروبات - خلايا - جسمية مسنة مثل خلايا الدم الحمراء المسنة)</p> <p>ويفتتها إلى مكوناتها الأولية ليخلص الجسم منها</p> <p>2-الخلايا الليمفاوية : تطلق بروتينات في الدم تسمى الأجسام المضادة تتولى الدفاع عن الجسم ضد البكتيريا والفيروسات</p> |  |  |
| <p>بقع باير</p> <p>-عقد صغيرة من الخلايا الليمفاوية</p> <p>-تتجمع على شكل طلع أو بقع</p> <p>-تنتشر في الغشاء المخاطى المبطن للجزء السفلي من الأمعاء الدقيقة</p> <p>-وظيفتها الكاملة غير معروفة</p> <p>-تلعب دورا في الاستجابة المناعية ضد الكائنات الممرضة التي تدخل الأمعاء</p>  |  |  |
| <p>6العقد الليمفاوية</p> <p>مكانها:</p> <p>-تتواجد بطول الأوعية الليمفاوية الموجودة في معظم أجزاء الجسم مثل:</p> <p>تحت الابطين- على جانبي العنق-</p> <p>أعلى الفخذ- بالقرب من أعضاء الجسم الداخلية</p> <p>تنقية الليمف من أى مواد ضارة أو - ميكروبات</p> <p>تخزن الخلايا الليمفاوية (من أنواع - خلايا الدم البيضاء) التي تهاجم الميكروبات وتقضى عليها</p>  |  |  |



### حجمها:

- يتراوح حجمها بين رأس الدبوس  
وبذرة الفول

### تركيبها:

- تنقسم العقدة من الداخل إلى جيوب

تمتلى ب:

1- الخلايا الليمفاوية البائية B

2- الخلايا الليمفاوية التائية T

3- الخلايا الليمفاوية الملتزمة:

تخلص الليمف من الميكروبات

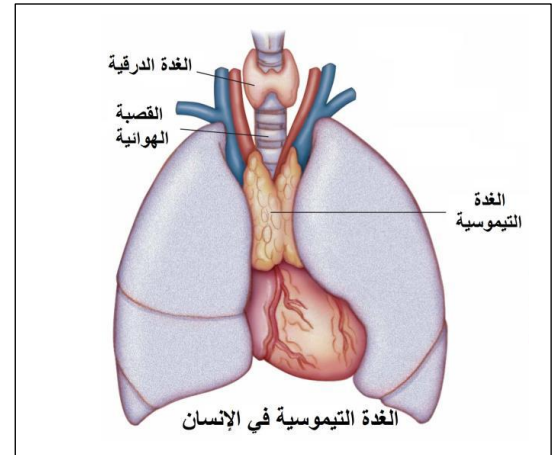
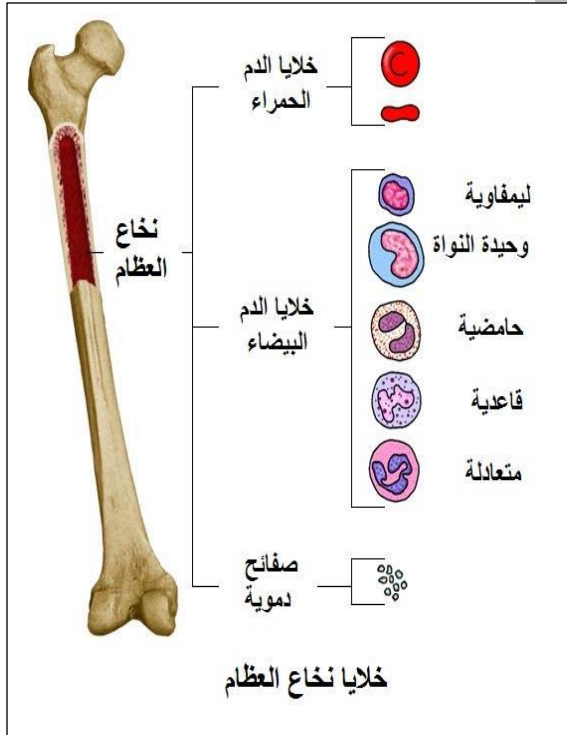
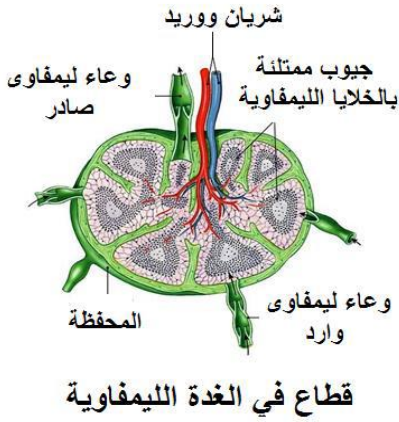
وحطام لخلايا

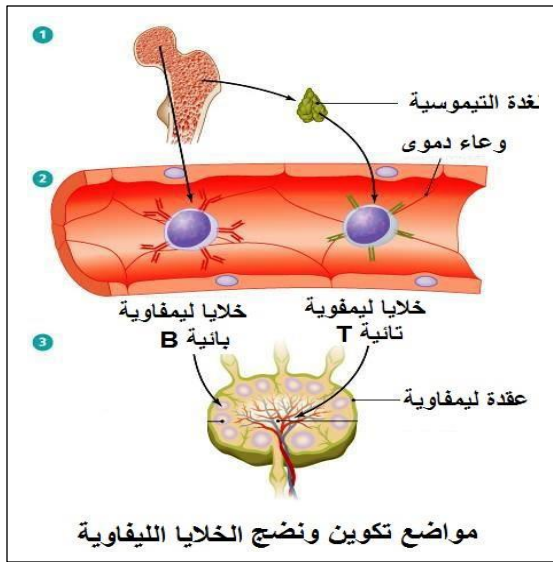
- يتصل بكل عقدة عدة أوعية

ليمفاوية تنقل الليمف إليها من

الأنسجة لترشحه وتخلصه من

مسببات الأمراض العالقة بهز.





## • ثانيا : الخلايا الليففاوية:

- نسبتها:** من خلايا الدم حوالى 20-30% البيضاء
- مكان تكوينها:** تتكون في نخاع العظام الأحمر
- أهميتها:** تبحث في الدم عن الميكروبات والاجسام الغريبة وتقضى عليها بألياتها المختلفة
- الخلايا الليففاوية** لا يكون لها قدرة مناعية في بداية تكوينها ولكنها تمر بعملية نضوج وتتمايز في الأعضاء الليففاوية إلى خلايا ذات قدرة مناعية
- أنواعها:** يوجد ثلاثة أنواع هي:

1- الخلايا البائية B

2- (التائية المثبطة أو الكابحة TS – التائية القاتلة أو السامة TC – التائية المساعدة TH : ) الخلايا التائية T

3- الخلايا القاتلة الطبيعية NK

| نوع الخلايا الليففاوية      | النسبة   | مكان التكوين       | مكان النضج         | الأهمية  |
|-----------------------------|----------|--------------------|--------------------|--|
| الخلايا البائية B           | 10 : 15% | نخاع العظام الأحمر | نخاع العظام الأحمر | التعرف على الميكروبات (بكتيريا - فيروسات) ويلتصق بها و انتاج الأجسام المضادة لتدميرها  |
| الخلايا التائية T           | 80%      | نخاع العظام الأحمر | الغدة التيموسية    | أ- الخلايا التائية المساعدة TH<br>1- تنشيط الأنواع الأخرى من الخلايا التائية<br>الخلايا المثبطة أو الكابحة TS والخلايا القاتلة أو السامة TC وتحفزها للقيام باستجاباتها المختلفة<br>2- تحفز الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة<br>ب- الخلايا التائية القاتلة السامة TC<br>-تهاجم الخلايا الغريبة مثل الخلايا السرطانية والخلايا المصابة بالفيروس والأعضاء المزروعة<br>ج- الخلايا التائية المثبطة (الكابحة) TS<br>1- تنظم درجة الاستجابة المناعية للحد المطلوب<br>2- تثبط عمل الخلايا التائية T بعد القضاء والبائية B على الميكروب |
| الخلايا القاتلة الطبيعية NK | 5 : 10%  | نخاع العظام الأحمر | نخاع العظام الأحمر | -مهاجمة خلايا الجسم المصابة بالفيروس والخلايا السرطانية والقضاء عليها بواسطة الانزيمات التى تفرزها   |



### • ثالثا: خلايا الدم البيضاء الأخرى: تشمل:

#### أ- الخلايا القاعدية - الخلايا الحامضية - الخلايا المتعادلة:

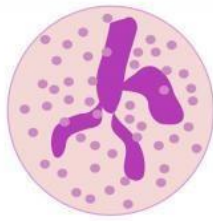
- يتم التمييز بينها مجهريا من حجمها ولون الحبيبات الظاهره بداخلها

- يمكنها بلعمة الكائنات الممرضة وهضمها لذلك فهي تكافح العدوي البكتيرية والالتهابات حيث تقوم الحبيبات

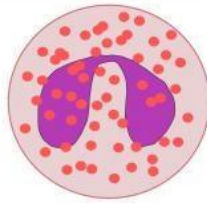
بتفتيت خلايا الكائنات الممرضة - تبقى في الدم فترة قصيرة نسبيا (من عدة ساعات إلى عدة أيام)

#### ب- الخلايا وحيدة النواة:

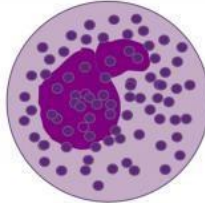
- تدمر الأجسام الغريبة - تتحول إلى خلايا بلعمية عند الحاجة حيث تلتهم الكائنات الغريبة



خلية متعادلة



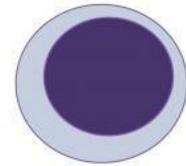
خلية حامضية



خلية قاعدية



خلية وحيدة النواة



خلية ليمفاوية

#### أنواع خلايا الدم البيضاء

### • رابعا: الخلايا البلعمية الكبيرة: نوعان هما:

#### أ- الخلايا البلعمية الكبيرة الثابتة:

- مكائها: تتواجد في معظم أنسجة الجسم

- تسمى بأسماء مختلفة حسب نوع النسيج الموجوده فيه

- أهميتها: تلتهم الأجسام الغريبة القريبة منها بطريقة البلعمة

حيث تبتلع الميكروبات والاجسام الغريبة والخلايا المسنة مثل

كريات الدم الحمراء المسنة وتفتت ها إلى مكوناتها الأولية لتخلص منها الجسم



خلية بلعمية كبيرة

## ب- الخلايا البلعمية الكبيرة الدوارة (الحوالة):

- مكائها : تتجول مع الدم في أجزاء الجسم المختلفة

### -أهميتها:

1- إلتهام الأجسام الغريبة

2- تحمل المعلومات التي تم جمعها عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المناعية المتخصصة

الموجودة في الغدد الليمفاوية

3- تجهز الخلايا المناعية المتخصصة الوسائل المناعية والدفاعية للميكروبات مثل الأجسام المضادة وتخصيص نوع الخلايا القاتلة الذي سيتعامل معها

### • خامسا: المواد الكيميائية المساعدة:

تساعد هذه المواد الأليات المتخصصة للجهاز المناعي .. من هذه المواد:-

| المواد الكيميائية  | الأهمية ( الوظيفة )   |
|--|---|
| 1-الكيموكينات  | -عوامل جذب للخلايا البلعمية الدوارة ( المتحركة مع الدم )بأعداد كبيرة نحو موقع تواجد الميكروبات أو الأجسام الغريبة لكي تحد من تكاثر وانتشار الميكروب المسبب للمرض  |
| 2الانترليوكينات  | -أداة اتصال أو ربط بين:<br>1-خلايا الجهاز المناعي المختلفة وبعضها<br>2-الجهاز المناعي وخلايا الجسم الأخرى<br>-تساعد الجهاز المناعي في أداء وظيفته الدفاعية  |
| 3المتنيمات ( المكملات )<br>مجموعة متنوعة من<br>البروتينات والانزيمات   | تقوم بتدمير الميكروبات الموجودة بالدم بعد ارتباط الأجسام المضادة به وتحليل الأنتيجينات الموجودة على سطح الميكروبات واذابة محتوياتها<br>-تصبح الميكروبات بعد ذلك في متناول خلايا الدم البيضاء كي تلتهمها وتقضى عليها   |
| 4الأنترفيرونات<br>عدة أنواع من البروتينات<br>غير متخصصة بفيروس<br>معين | -تنتجها : الخلايا الليمفاوية التائية المنشطة - الخلايا البلعمية الكبيرة- الخلايا المصابة بالفيروسات<br>-تمنع الفيروس من التكاثر والانتشار في الجسم حيث ترتبط بالخلايا الحية السليمة المجاورة للخلايا المصابة وتحثها على إنتاج نوع من الانزيمات والمواد التي تثبط عمل انزيمات النسخ بالفيروس |

## • سادسا : الأجسام المضادة:

مواد بروتينية تسمى الجلوبيولينات المناعية Ig توجد في الدم والليمف وبعض سوائل الجسم الأخرى بالحيوانات الفقارية والإنسان وتظهر على شكل حرف Y وتنتجها الخلايا البائية البلازمية

- شكلها : تظهر على شكل حرف Y

- مصدر انتاجها : الخلايا البائية البلازمية B

- مكانها في الجسم : توجد في الدم والليمف وبعض سوائل الجسم الأخرى بالحيوانات الفقارية والإنسان

أنواعها :- IgA - IgE - IgD - IgG - IgM

- كيفية تكوينها:

1- يوجد على سطح البكتيريا مواد تسمى الأنتيجينات (مولدات الضد - المستضدات)

تتعرف عليها الخلايا البائية B مع الأنتيجينات الموجودة على سطح الميكروبات

2- ترتبط المستقبلات الموجودة على سطح الخلايا البائية B

3- تنقسم الخلايا البائية B لتكوين مجموعات من الخلايا البائية B البلازمية المتخصصة (خلايا بائية نشطة)

4- كل مجموعة من الخلايا البائية B البلازمية الناتجة عن الانقسام تنتج نوع واحد من الأجسام المضادة لتضاد-

نوع واحد من الأنتيجينات

5- تهاجم الخلايا البائية B البلازمية الأنتيجين عن طريق الأجسام المضادة التي تدور مع الدم والليمف

6- تقوم الأجسام المضادة وجزيئات المتممات بالإلتصاق بالبكتيريا لتجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء لتلتهمها

- تركيبها : يتكون الجسم المضاد من:-

1- زوج من السلاسل البروتينية الطويلة تسمى بالسلاسل الثقيلة

2- زوج من السلاسل البروتينية القصيرة تسمى بالسلاسل الخفيفة

3- ترتبط السلاسل ببعضها بروابط كبريتيدية ثنائية

4- مواقع التعرف:

- لكل جسم مضاد موقعين متماثلين لإرتباط الأنتيجين

- يختلف شكل هذه المواقع من جسم مضاد لأخر

- تساعد هذه المواقع على حدوث الإرتباط بين الأنتيجين والجسم المضاد الملائم له (القفل والمفتاح)

- ينتج عن هذا الإرتباط تكوين مركب معقد من الأنتيجين والجسم المضاد

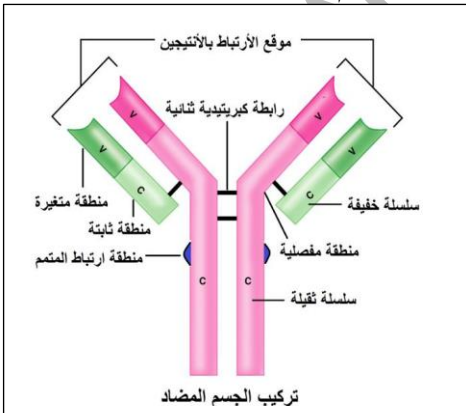
- يعرف موقع ارتباط الأنتيجين على الجسم المضاد بالجزء المتغير (لأنه يتغير من جسم مضاد لأخر)

- يعرف الجزء الآخر من الجسم المضاد بالجزء الثابت (لأنه ثابت الشكل والتركيب في جميع أنواع الأجسام المضادة)

- يتحدد تخصص كل جسم مضاد من خلال تشكيل الأحماض الأمينية المكونة لسلسلة عديد الببتيد (تتابع الأحماض

الأمينية وأنواعها وشكلها الفراغي. إلخ) عند مواقع محددة من الجزء المتغير المسئول عن الإرتباط بين الأنتيجين

والجسم المضاد



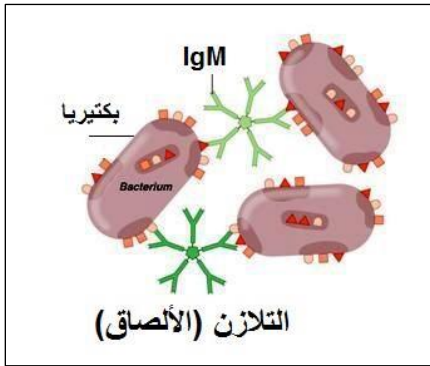
## • طرق عملها:

- الأجسام المضادة ثنائية الارتباط ، بينما الأنتيجينات فلها مواقع ارتباط متعددة مما يجعل الارتباط بينهما أمرا مؤكدا  
- تقوم الأجسام المضادة بإيقاف عمل الأنتيجينات بإحدى الطرق التالية:

### 1-التعادل:

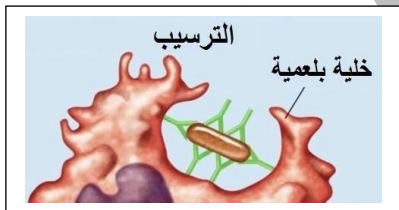
-أهم وظيفة للأجسام المضادة هي تحييد الفيروسات ومنع انتشارها حيث ترتبط الأجسام المضادة بالأغلفة الخارجية للفيروسات وتمنعها من الالتصاق بأغشية الخلايا والانتشار أو النفاذ بداخلها  
-إذا حدث واخترق الفيروس غشاء الخلية فإن الأجسام المضادة تمنع الحمض النووي للفيروس من الخروج والانتشار في خلايا أخرى بالإبقاء على غلاف الخلية المصابة مغلقا أى يمنع انفجار الخلية

### 2-التلازن أو الإلصاق:



- بعض الأجسام المضادة مثل IgM تحتوي على العديد من مواقع الارتباط مع الأنتيجينات وبالتالي يرتبط الجسم المضاد الواحد بأكثر من ميكروب  
-يؤدى ذلك إلى تجمع الميكروبات على نفس الجسم المضاد مما يجعلها أكثر ضعفا ويسهل إلتهاهما بالخلايا البلعمية

### 3-الترسيب:

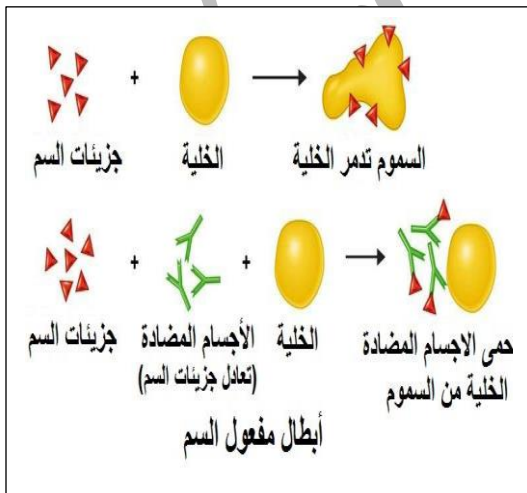


-يحدث عادة في الأنتيجينات الذائبة  
-يؤدى إرتباط الأجسام المضادة مع هذه الأنتيجينات إلى تكوين مركبات غير ذائبة من الأنتيجين والجسم المضاد  
-تترسب هذه المركبات مما يسهل إلتهاهما من خلال الخلايا البلعمية

### 4-التحلل:

-يعمل اتحاد الأجسام المضادة مع الأنتيجينات على تنشيط بروتينات وانزيمات تسمى المتممات.  
-تحلل المتممات أغلفة الأنتيجينات واذابة محتوياتها فيسهل التخلص منها بواسطة الخلايا البلعمية

### 5-إبطال مفعول السم:



-ترتبط الأجسام المضادة مع السموم  
وتكوين مركبات من الأجسام المضادة والسموم  
-هذه المركبات تنشط المتممات فتتفاعلمعها تفاعلا متسلسلا ويؤدي ذلك إلى  
إبطال مفعول السموم ويساعد على إلتهاهما من خلال الخلايا البلعمية

## آلية عمل الجهاز المناعي فى الإنسان

يعمل الجهاز المناعي وفق نظامين مناعيين هما:

1- المناعة الطبيعية : غير المتخصصة – الفطرية

2- المناعة المكتسبة : المتخصصة – التكيفية

- يوجد تنسيق وتعاون بين أنظمة المناعة الطبيعية والمكتسبة رغم اختلافهما

- كل نظام منهما يعمل وفق آليات مختلفة

- تعمل آليات كل نظام على تنشيط رد الفعل المناعي للنظام المناعي الآخر

- هذا التعاون بين نظامى المناعة يساعد الجسم على القضاء على الكائنات الممرضة

أولا : المناعة الطبيعية ( الموروثة - غير المتخصصة - الفطرية )

مجموعة من الوسائل الدفاعية التى تحمى الجسم وتتميز بإستجابة سريعة وفعالة لمقاومة الميكروب أو أي جسم غريب يحاول دخول الجسم وهى غير متخصصة ضد نوع معين من الميكروبات أو الأنتيجينات

تمر المناعة الطبيعية بخطين دفاعيين متتاليين هما:

1- خط الدفاع الأول:

مجموعة من الحواجز الميكانيكية أو الطبيعية بالجسم مثل (الجلد والمخاط والأهداب المبطنة للقنطرة الهوائية والدموع والعرق واللعاب والصملاخ وحمض الهيدروكلوريك) تمنع الكائنات الممرضة من دخول الجسم .

وسائل خط الدفاع الأول:

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| الجلد                            | يتميز بوجود طبقة قرنية صلبة على سطحه تشكل عائقا لايسهل اختراقه                                     |
| 2العرق                           | تفرزه الغدد العرقية على سطح الجلد ويعتبر سائل مميت لمعظم الميكروبات بسبب ملوحته                    |
| الصملاخ (شمع الاذن)              | 3-مادة تفرزها الأذن وتعمل على قتل الميكروبات لحماية الأذن من أضرارها                               |
| 4الدموع                          | تحتوي على مضادات ميكروبية قاتلة لحماية العين من الميكروبات   |
| 5--المخاط                        | سائل لزج يبطن جدر الممرات التنفسية يلتصق به الميكروبات والاجسام الغريبة التي تدخل مع الهواء        |
| 6الأهداب                         | -تبطن الجدر الداخلية للممرات التنفسية وتطرد المخاط ومايمله من ميكروبات وأجسام غريبة إلى خارج الجسم |
| اللعاب                           | 7يتوكل على بعض المواد القاتلة للميكروبات وبعض الانزيمات المذيبة لها                                |
| 8-افرازات المعدة<br>HCl الحامضية | تفرزه بعض خلايا بطانة المعدة ويسبب موت الميكروبات الداخلة مع الطعام                                |

خط الدفاع الثاني:

نظام دفاعي داخلي يستخدم فيه الجسم عمليات غير متخصصة لتنيط بالميكرو خلال ثواني أو دقائق لمنع انتشار الميكروب ويعمل هذا النظام عندما يفشل خط الدفاع الأول في منع دخول الميكروب الى الجسم

الاستجابة بالالتهاب:

تفاعل دفاعي غير تخصصي حول مكان الاصابة نتيجة تلف الأنسجة التي تسببه الاصابه أو العدوي

التهاب : استجابة فورية لأنسجة الجسم التي اصاببت بجسم غري مثل البكتريا وذلك بدوئ بعض التغيرات في موقع الإصابة



## التغيرات التي تحدث عند حدوث جرح قطعي في الجلد ودخول الميكروبات إلى الجسم (موقع الإصابة):

1-يزداد عدد بعض الخلايا المتخصصة مثل: الخلايا الصارية - خلايا الدم البيضاء الحامضية - الخلايا T الليمفاوية التائية

2-تفرز هذه الخلايا كميات كبيرة من المواد المولدة للإلتهاب منها مادة الهستامين

### -يؤدي الهستامين إلى:

أ -تمدد الأوعية الدموية عند موقع الإصابة إلى أقصى مدى.

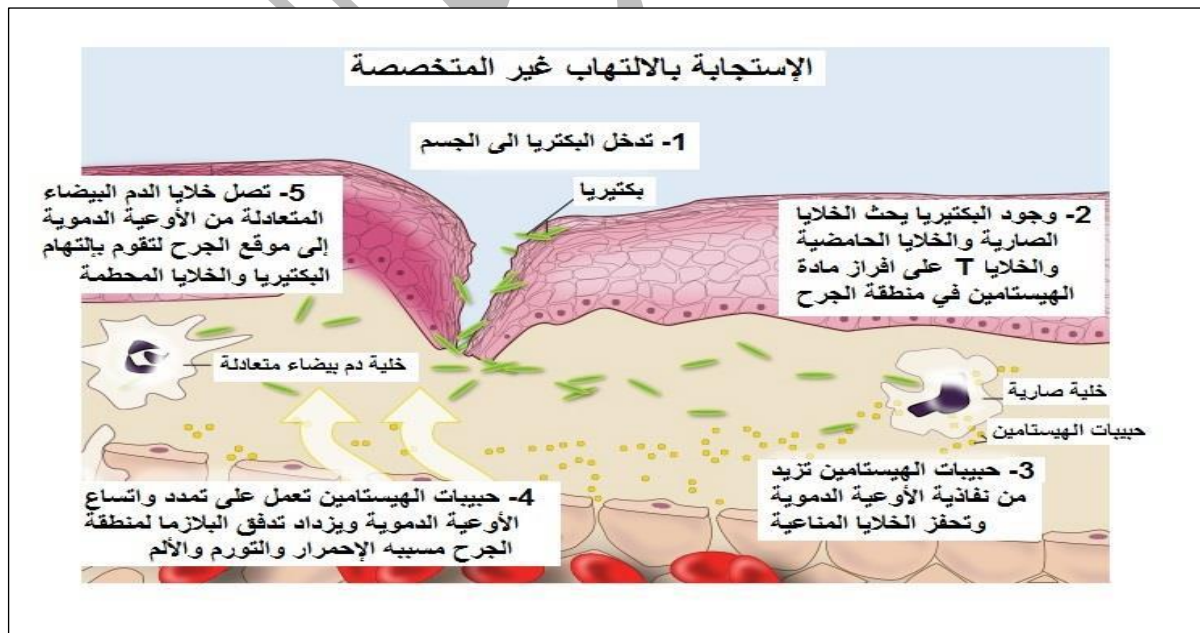
-زيادة نفاذية الأوعية الدموية الصغيرة والشعيرات الدموية لسوائل الدم.

ج -يؤدي ذلك إلى تورم وإمرار الأنسجة في مكان الإلتهاب والشعور بالألم.

### د -يؤدي زيادة نفاذية الأوعية والشعيرات الدموية إلى نفاذ كل من:

-المواد الكيميائية المذيبة والقاتلة إلى موقع الإصابة لقتل الميكروبات

-خلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة والخلايا البلعمية الكبيرة لقتل الأجسام الغريبة والميكروبات.



## الانترفيرونات والخلايا القاتلة الطبيعية:

-مكونان يمثلان خط الدفاع الثانى مع الاستجابة بالإلتهام

-يوجدان في معظم أنسجة الجسم للقضاء على الميكروبات

## **ثانيا : المناعة المكتسبة ( المتخصصة - التكيفية ) :**

سلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية التى تقاوم الكائن الممرض عن طريق الخلايا الليمفاوية عندما يفشل خط الدفاع الثانى في التخلص من الأجسام الغريبة وتسمى هذه الوسائل بالاستجابة المناعية

### **-خط الدفاع الثالث ( : الخلايا الليمفاوية )**

تعتبر وسائل المناعة المكتسبة هي خط الدفاع الثالث وتنشط عندما يخفق خط الدفاع الثانى في التخلص من الجسم الغري

### **المناعة المكتسبة:**

هي مقاومة الجسم للكائنات الممرضة الجديدة أو التى سبق الاصابة بها

### **أليات المناعة المكتسبة:**

تتم المناعة المكتسبة من خلال أليتين منفصلتين شكليا ولكنهما متداخلتان مع بعضهما البعض وهما:

### **: الاستجابة المناعية**

سلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية التى تقاوم الكائن المسبب للمرض وتقوم بها الخلايا الليمفاوية عندما يفشل خط الدفاع الثانى في التخلص من الأجسام الغريبة

1-المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة.

2-المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة.

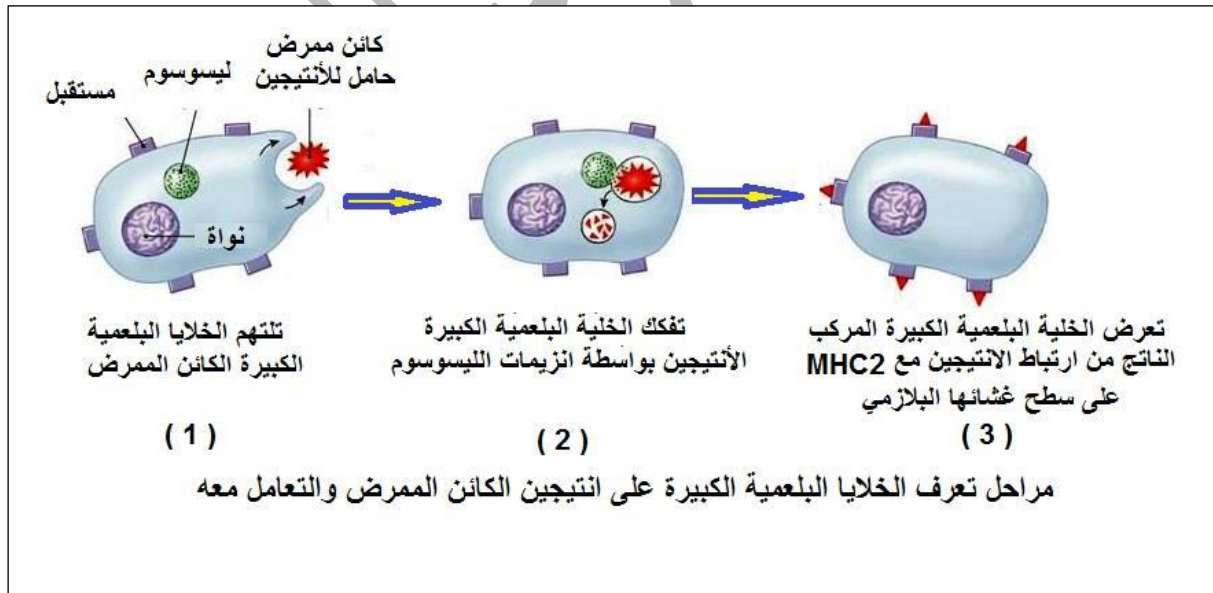
## **أ - المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة:**

استجابة مناعية تقوم بها الخلايا الليمفاوية البائية B بالدفاع عن الجسم ضد الأنتيجينات والكائنات الممرضة البكتريا -الفيروسات والسموم الموجودة في سوائل الجسم ( الدم - الليمف ) بواسطة الأجسام المضادة

## خطوات المناعة الخلطية (بالأجسام المضادة)

### 1 مرحلة التعرف :

- 1- عندما يتمكن الميكروب من الدخول الى الجسم ويفشل خط الدفاع الثاني في القضاء عليه
- 2- تتعرف الخلايا البائية B عالية التخصص ( كل خلية ليمفاوية بائية تستجيب لأنتيجين واحد فقط) المختصة به على الأنتيجين الموجود على سطح الميكروب ( B - الخلايا
- 3- تلتصق الخلايا البائية B بواسطة المستقبلات المناعية CD 19 – CD 20 – CD 21 بالأنتيجين الموجود الموجودة علي سطح الخلايا البائية B
- 4- في نفس الوقت تبتلع الخلايا البلعمية الكبيرة الميكروب الحامل للأنتيجين
- 5- تفرز الليسوسومات الموجودة في الخلايا البلعمية الكبيرة انزيمات تلحق بالأنتيجين الخاص بالميكروب إلى أجزاء صغيرة
- 6- ترتبط الأجزاء الصغيرة للميكروب ببروتين التوافق النسيجي MHC 2
- 7- ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع MHC 2 إلى سطح غشاء الخلايا البلعمية الكبيرة ليتم عرضه على سطح الخلية الخلايا البلعمية الكبيرة.



## 2-مرحلة التنشيط:-

8) :- تتعرف الخلايا التائية المساعدة TH على الأنتيجين من خلال بروتين التوافق النسيجي MHC 2 الموجود على الخلايا البلعمية الكبيرة

9- ترتبط الخلايا التائية المساعدة TH عن طريق المستقبل CD 4 الموجود على سطحها بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين وبروتين التوافق النسيجي MHC 2 لتتحول إلى خلايا تائية مساعدة نشطة TH

بالدفاع عن الجسم ضد الأنتيجينات والكائنات الممرضة B استجابة مناعية تقوم بها الخلايا الليمفاوية البائية (البكتريا- الفيروسات) والسموم الموجودة في سوائل الجسم (الدم - الليمف) بواسطة الأجسام المضادة

10- تطلق الخلايا التائية المساعدة النشطة TH مواد بروتينية تسمى انترلوكينات تقوم بتنشيط الخلايا البائية-B التي تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجي MHC 2

لا تستطيع الخلايا TH التعرف على الأنتيجينات إلا بعد ارتباطها مع MHC2 وعرضها على الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة

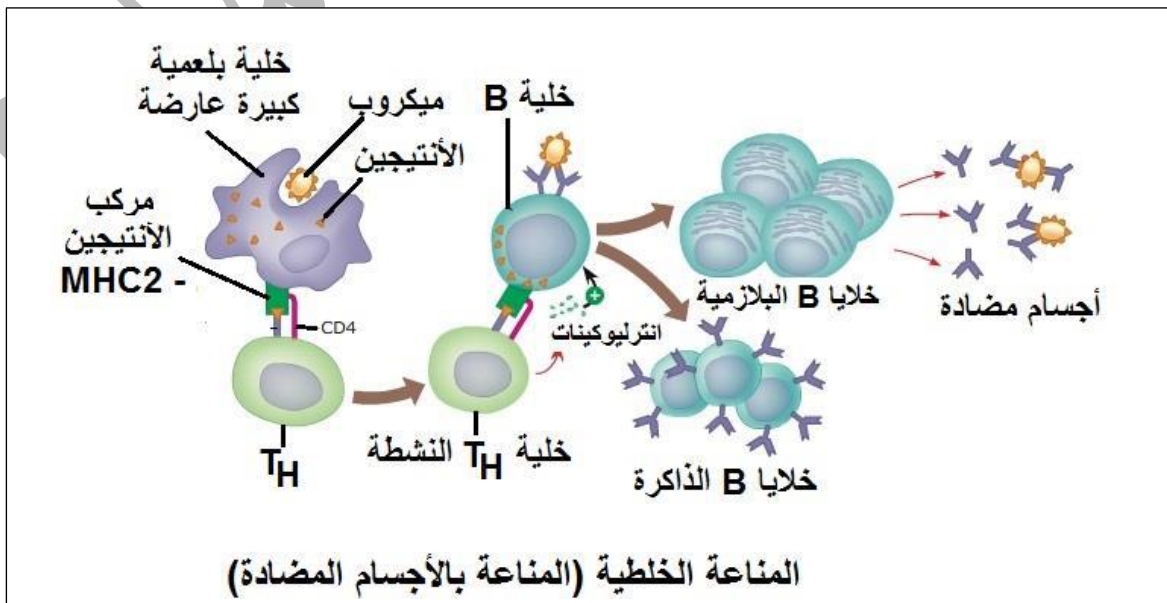
## 3(مرحلة الانقسام والتمايز) :

11- تنقسم الخلايا البائية B المنشطة وتتمايز إلى :

- أ- خلايا B بلازمية : تنتج كمية كبيرة من الأجسام المضادة تمر في الأوعية الليمفاوية والدم لتصل الى الميكروب
- ب- خلايا B الذاكرة : تبقى في الدم فترة طويلة من 30 : 20 سنة في الدم للتعرف على نوع الأنتيجين إذا دخل الجسم مرة أخرى حيث تنقسم خلايا B الذاكرة وتتمايز إلى خلايا B البلازمية التي تفرز أجسام مضادة للأنتيجين وبالتالي تكون الاستجابة سريعة

## 4(مرحلة التنفيذ) :

- 12- تصل الأجسام المضادة التي أنتجتها الخلايا B البلازمية إلى الدم والليمف وترتبط الأجسام المضادة- بالأنتيجينات الموجودة على سطح الميكروب لتحفز الخلايا البلعمية الكبيرة على التهام الميكروبات (تستمر هذه العملية عدة أيام أو أسابيع)



الأجسام المضادة غير فعالة بما فيه الكفاية في تدمير الخلايا الغريبة لأنها غير قادرة على المرور عبر الأغشية البلازمية للخلايا المصابة لكبر حجمها فلا تصل إلى الفيروس الذي يتكاثر.

#### ب- المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة:

هي الإستجابة المناعية التي تقوم به الخلايا الليمفاوية T بواسطة المستقبلات الموجودة على أغشيتها التي تكسبها الاستجابة النوعية للأنتيجينات

#### الاستجابة النوعية للأنتيجينات:

كل خلية تائية تنتج أثناء النضج نوعا من المستقبلات الخاصة بغشائها وكل نوع من المستقبلات يرتبط مع نوع واحد من الانتيجينات

### خطوات المناعة الخلوية (بالخلايا الوسيطة):-

#### 1:مرحلة التعرف:-

1-عندما يتمكن الميكرو (بكتيريا – فيروسات) من الدخول إلى الجسم تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة بابتلاعه وتفككه إلى أجزاء صغيرة.

2-ترتبط الأجزاء الصغيرة للميكرو ببروتين التوافق النسيجي MHC2

3-ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع MHC 2 إلى سطح غشاء الخلايا البلعمية الكبيرة (يتم عرضه على سطحها الخارجى)

4- ترتبط الخلايا TH التي تتميز بوجود المستقبل -CD 4 بالمركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع MHC2 الموجود على سطح الخلايا البلعمية الكبيرة.

## 2- (مرحلة التنشيط):

5- تتحول الخلايا TH المرتبطة بالخلايا البلعمية الكبيرة إلى خلايا TH نشطة

6- تفرز خلايا TH النشطة أنترلوكينات (مواد بروتينية)

7- تعمل الانترلوكينات على تنشيط الخلايا TH التي ارتبطت بها-

## 3- (مرحلة الانقسام والتميز):

8- تنقسم TH الخلايا المنشطة وتعطى خلايا TH المنشطة

دخل اذا الانتيجين نوع على للتعرف طويلة فترة وخلايا الدم T الذاكرة (تبقى في الجسم مرة اخرى)

9- تقوم الخلايا TH المنشطة بإفراز السيتوكينين الذي يعمل على:

أ- جذب الخلايا البلعمية الكبيرة إلى مكان الإصابة بأعداد كبيرة

ب- تنشيط الخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا B (تنشيط المناعة الخلوية) والخلايا TC (تنشيط المناعة الخلوية)

ج- تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية NK لمهاجمة الخلايا السرطانية والخلايا المصابة بالكائنات الممرضة.

د- التعرف على الأنتيجين الغريب عن الجسم (الموجود على سطح الميكروب) المرتبط مع بروتين MHC 2

## 4- (مرحلة التنفيذ):

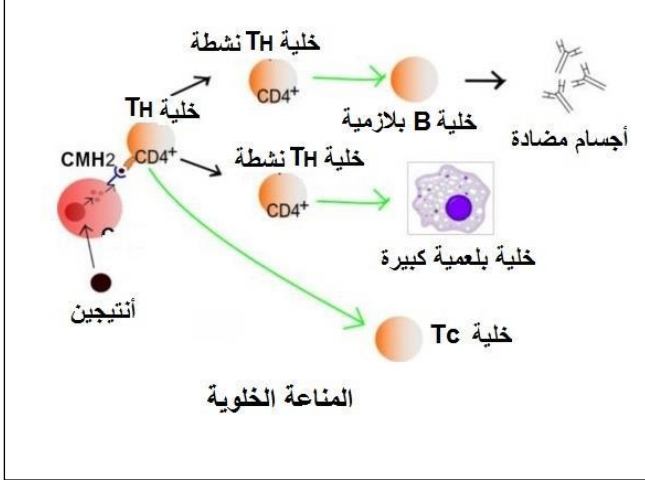
10- تتعرف الخلايا التائية القاتلة TC بواسطة المستقبل CD 8 على الأجسام الغريبة (خلايا سرطانية - أنتيجينات-

الميكروبات - أنسجة مزروعة) وتقضى عليها

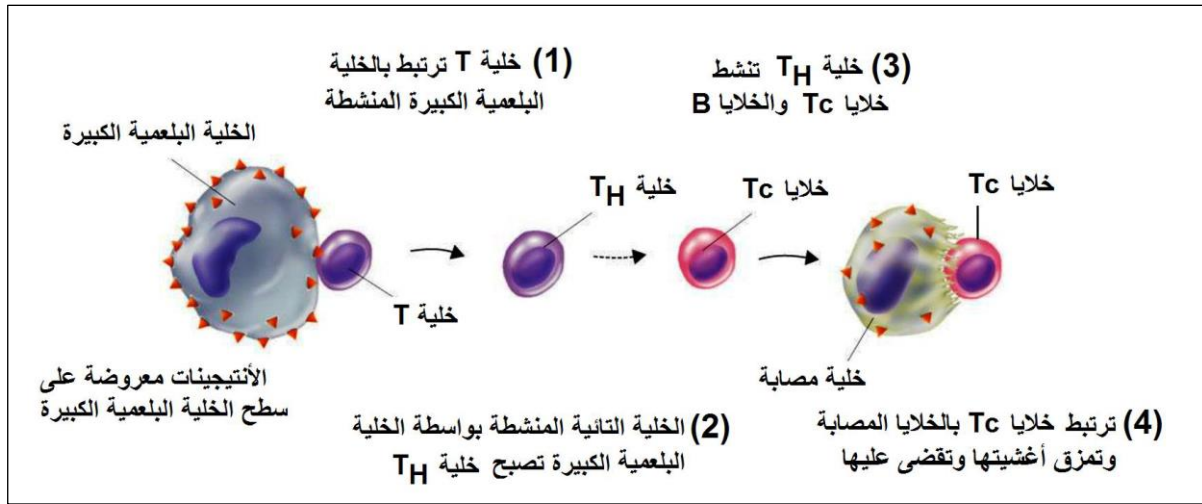
11- عندما ترتبط الخلايا التائية القاتلة بالانتيجين فإنها تفرز- TC :-

أ- بروتين البيروفورين (البروتين صانع الثقوب) : يثقب غشاء الجسم الغريب (الميكروب - الخلايا السرطانية)

ب- سموم ليمفاوية : تنشط جينات معينة في نواة الخلايا المصابة مما يؤدي إلى تفتت نواة الخلية وموتها.







### تنشيط الاستجابة المناعية:

1- بعد القضاء على الأنتيجينات الغريبة ترتبط الخلايا التائية المثبطة CD 8 بواسطة المستقبل TS مع الخلايا B لبلازمية والخلايا  $T_H$  المساعدة والخلايا TC القاتلة

2- هذا الارتباط يفز الخلايا التائية المثبطة TS على افراز بروتينات الليمفوكينات التي تثبط الاستجابة المناعية

3 الليمفوكينات تعمل على توقف الخلايا البلازمية B عن انتاج الاجسام المضادة وكذلك موت الكثير من خلايا-

$T_H$  المساعدة وخلايا TC القاتلة .

بعض خلايا  $T_H$  وخلايا TC تخزن في الأعضاء الليمفاوية حيث تبقى مهيأة لمكافحة أي عدوي مماثلة عند - الحاجة

### مراحل المناعة المكتسبة

#### (1) الاستجابة المناعية الأولية)

-عندما يدخل الجسم ميكروب جديد.

تستجيب الخلايا B والخلايا T لأنتيجينات هذا الميكروب .

تهاجم الخلايا - B الميكروب بالمناعة الخلطية والخلايا ( T ) بالمناعة الخلوية وتقضى عليه

-يستغرق ذلك وقتا طويلا كي تتضاعف هذه الخلايا الليمفاوية.

- لذا تستغرق هذه الاستجابة وقتاً طويلاً 10 : 5 أيام لكي تصل إلى أعلى انتاجية من الخلايا الليمفاوية

- تصبح العدوي واسعة الانتشار وتظهر أعراض المرض.

## (2) الاستجابة المناعية الثانوية

- عندما يصاب الجسم بنفس الميكروب مرة أخرى

- تكون الاستجابة المناعية سريعة ويتم

تدمير الكائن الممرض قبل أن تظهر أعراض المرض

- خلايا الذاكرة هي المسئولة عن الاستجابة المناعية الثانوية لأنها تحتزن

معلومات عن الانتيجينات الخاصة بالميكروب الذي اصاب الجسم من قبل

- تتكون خلايا الذاكرة أثناء الاستجابة

المناعية الأولية وتعيش في الدم عدة سنوات

يوجد نوعان من خلايا الذاكرة هما-

• 1 - خلايا B الذاكرة

• 2 - خلايا T الذاكرة

- عند دخول نفس الميكروب الجسم تستجيب خلايا الذاكرة للميكروب وتنقسم بسرعة وينتج عن ذلك العديد من الأجسام

المضادة (مناعة خلطية) والعديد من الخلايا التائية (مناعة خلوية) خلال فترة قصيرة.

